

地壳中的元素在不同构造环境中的分配规律以及在动力的驱动下迁移、分散和富集的过程及动力学机制的一门学科,成矿的地球化学场受构造应力场的控制。本文以孙家骢建立的矿田地质力学理论为指导,运用构造地球化学的理论和方法,深入研究该区构造地球化学特征,进行定位成矿预测。

1 地质特征概况

陈家坝地区主要出露晚元古宙碧口群接官亭组上段中上部,为一套海相喷发的火山—沉积建造,岩石以角斑岩、石英角斑岩、细碧岩及其相对应的火山碎屑岩(凝灰岩)为主,其中夹有硅泥质岩和火山喷流沉积岩。含矿岩系为石英角斑岩—石英角斑质凝灰岩—碳硅质板岩—白云岩的岩性层,矿化一般分布在石英角斑凝灰岩—碳硅质板岩—白云岩的过渡部位;侵入岩主要有加里东期长湾花岗岩体和辉绿岩脉及大致呈东西向展布的晋宁期超基性岩带。本区东侧有缺口驿晋宁期超基性岩体与加里东期辉长辉绿岩体,南侧有著名的铜厂闪长岩体,最初形成于中元古宙,主侵位于加里东期,并被印支期中酸性岩侵入,形成复式岩体;该区分布喷流热水沉积—改造型铜金多金属矿床(化),以陈家坝和秦家碛铜金多金属矿床(点)为代表,已发现数条多金属硫化物矿体(图 1),它们常呈透镜状分布,与围岩产状基本一致,呈 NE—NEE 向展布,铜矿化主要赋存在含矿岩系中的石英脉和黄铁矿层内。在红土石,黄铁矿矿体赋存在碳硅质板岩中,沿层分布粗细不等的条带。矿石成分较复杂,主要有黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿,其次为黝铜矿、方铅矿、磁铁矿和自然金。脉石矿物主要有石英、绢云母、重晶石和碳酸盐矿物。在黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、闪锌矿、方铅矿和磁铁矿中,通过电镜点扫描发现普遍含金,尤其在黄铁矿中更为普遍(8.17%,一般 3%~4%),发现金均匀分布于矿物晶格内。矿石主要呈粒状、固溶体、纤维状、浸染状、交代和细脉状结构,具块状、条带状、脉状构造。

2 矿田构造与成矿的关系

2.1 矿田构造体系划分

通过对该地区大量的宏观和微观断裂结构面力学性质的鉴定,重要的控矿构造主要发育 EW—NEE 向、NWW 向、NE 向断裂^[6]。这些断裂的裂面发育镜面和斜冲擦痕,断裂带一般宽 2 m~10 m,个别达数十 m,发育糜棱岩、碎粒岩、碎斑岩、构造片岩、碎裂

岩、磨砾岩和构造透镜体等构造岩,显示多期活动的特点。两盘岩石具有黄铁矿化、硅化、碳酸盐化、绢云母化及绿泥石化等热液蚀变,并见黄铜矿和黄铁矿化等金属矿化。具硅化、绢云母化、碳酸盐化等蚀变,显示多期构造复合的特点。不同方向的断裂力学性质都经历了复杂的转变过程,反映了多期构造运动叠加的影响,是多种构造体系的构造成分归并改造的结果。其中 NWW 向断裂与 NEE 向断裂配套,共同组成了共扼断裂,是矿田内重要的控矿控岩构造,将矿田切割成若干透镜状的地块,形成铜厂矿田的基本构造格架,控制了矿田构造的演化和发展。

根据不同方向断裂力学性质的复杂转变过程,通过构造筛分法和分析配套法,其构造形迹可划分为 3 种主要类型的构造体系,即东西构造带和北东构造带及南北构造带。它们分别是南秦岭纬向构造带和龙门山华夏系构造带及川滇经向构造带。

2.2 控矿构造型式分析和成矿构造体系

主要的控矿构造型式为“巨型压力影”和“多字型”控矿构造型式。根据含矿断裂结构面力学性质分析和控矿构造型式,南秦岭纬向构造带是控制火山喷流沉积改造型矿化^[1]的主导性构造体系,龙门山华夏系构造带是控制改造热液型脉状矿床(体)的主导性构造体系,证明了铜厂矿田矿床的形成和分布严格受构造的控制,为进行构造地球化学研究奠定了理论基础。

3 成矿元素组合特点

在特定的地质作用过程中,某些具有相似地球化学性质的元素具有共同的地球化学行为和相似的迁移富集规律,从而形成一定的元素组合。因此,一定的元素组合反映了一定的地球化学过程。为了揭示控矿构造演化与成矿元素迁移和聚集之间的内在联系,探讨构造控矿的规律,选择了 Ba、Be、As、B、Cr、Cu、Pb、Ti、Sb、Mn、W、Ni、Bi、Nb、Mo、V、Zr、Ag、Zn、Co、Sr 21 个元素,将 161 件断裂构造地球化学样品的等离子光谱(ICP)定量分析数据(云南省地质矿产局测试中心)进行了元素组合分析。

通过聚类分析(图 2),成矿元素可以分成 3 大类:Ba、Zr、Ti、Nb、Sr 元素组合(与火山喷流沉积作用有关的元素组合)和 Co、Cr、Ni 元素组合(与超基性岩有关的元素组合)及矿化元素组合(Ag、Zn、Bi、Pb、Cu、As、Sb、Mo、W)。矿化元素组合还可以进一步划分出 Ag、Zn、Bi、Pb、Cu 组合(中温热液型元素组合)和 As、Sb、Mo 组合(中低温热液型元素组合);通过

成矿元素的因子分析,按累计方差贡献比例大于90%选取10个主因子。其中 F_2 因子(Co、Cr、Ni组合)代表了与超基性岩有关的元素组合; F_3 (Ti、V)代表了与中基性火山活动有关的元素组合; F_1 (Ag、Bi、Cu、Mo、Pb、Zn组合)、 F_6 (As、Mo、Sb组合)代表了矿化元素组合,前者反映了中温热液以Cu、Pb、Zn为代表的矿化元素组合,后者反映了中低温热液以金为代表的矿化元素组合; F_7 (Ba、Nb、Ti、Zr组合)因子代表了与火山喷流沉积作用有关的元素组合。可以看出,两种分析结果一致,均与陈家坝地区的成矿地质背景和成矿作用特点相吻合,说明这些组合是客观存在的。而且, F_1 、 F_6 两因子反映了该区成矿作用的基本特点。

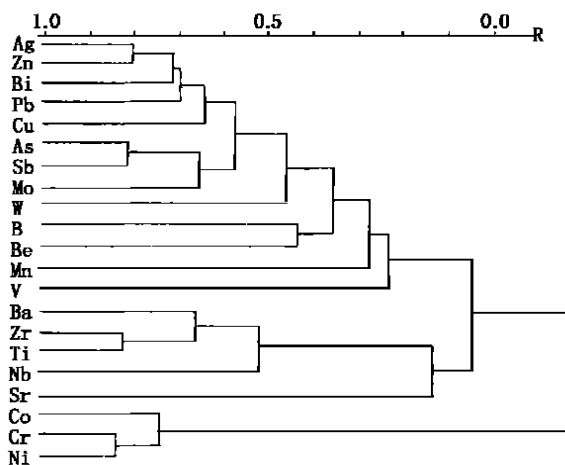


图2 陈家坝地区断裂构造岩R型聚类分析谱系图
(161件样品,21个元素)

4 断裂构造地球化学特征

由于断裂是矿液活动和矿质聚散的有利通道,因此成矿作用过程中形成的原生晕的分布范围,在断裂带中比未受破坏的岩石中明显得多,而且深部矿床与地表原生晕通过断裂裂隙联系,并具有一致性及对应性。因此,通过断裂构造地球化学特征的研究,能为深部隐伏矿的定位预测提供地表的相关信息。现将 F_1 和 F_6 两因子得分等值线图与地质图重叠组成构造地球化学地质图(图1),来描绘断裂构造地球化学特征。

1) F_1 因子得分的高值区(异常区)分布于红土石—秦家砭和陈家坝透镜状岩块中; F_6 因子得分的高值区(异常区)除分布于2个透镜状的岩块内及边缘外,还分布于陈家坝南部的老铜厂—田坝一带。在红土石—秦家砭一带,出现含金量高的黄铁矿矿体,表明这一地区金矿化明显,其异常区的分布特征

对金的定位预测有重要作用,说明该因子得分高值区是金矿(化)体的原生晕。从而形成红土石、秦家砭和陈家坝及陈家坝南4个明显的铜金多金属矿异常区,与这些地区的矿(化)体重叠,还与矿(化)体走向展布一致,说明异常区反映了矿(化)体的原生晕,是进行定位预测的重要依据,它们是找铜金的重点靶区。

2) 其异常区呈NE—NEE向带状分布于NEE向和NWW向压扭性断裂的交汇部位形成的2个透镜状岩块的锐角部位,明显受北东构造带成矿构造体系的控制。

3) 异常区主要分布于2个透镜状岩块中的火山碎屑岩内,其中夹有方铅矿、闪锌矿和含铜黄铁矿层的喷流沉积岩,还沿超基性岩展布,反映了蛇纹岩化超基性岩及喷流岩与铜多金属成矿作用密切相关。

4) F_6 、 F_1 异常区的空间分布特点反映出矿化元素组合的水平分带现象,反映了矿液的流向。在红土石地区,主要表现为往南运移;在秦家砭地区,主要表现为由南西向北东运移;在陈家坝地区,主要表现为向NWW向断裂与NEE向断裂切割成的透镜状岩块的锐角部位运移和向南运移。这一特征反映了该区受到NW—SE向的应力作用,成矿热液改造超基性岩和喷流岩,萃取了其中的金铜等成矿元素,在邻近的有利构造中沉淀富集形成含金矿脉和含金黄铁矿矿体。所以,断裂构造地球化学特征反映出成矿热液向透镜状岩块的锐角部位迁移富集,表明陈家坝铜金多金属成矿区是动力驱动热液成岩成矿的产物。

5 成矿预测

5.1 成矿预测准则

根据断裂构造地球化学特征和成矿地质条件,现归纳出成矿预测的准则是:1)矿化因子的正得分高值区的存在及其组合特征;2)围岩蚀变异常区的存在及其类型特征;3)控制矿化因子得分高值区和围岩蚀变异常区的南秦岭构造带和华夏系构造带的断裂性质、组合型式等特征;4)矿源层(岩)特征。

5.2 隐伏矿预测

根据上述准则,进行定位成矿预测,优选出2个重点的找矿靶区:陈家坝和秦家砭—红土石靶区。

5.2.1 陈家坝靶区

该靶区(图1)是重要的铜金多金属矿化区,具有利的成矿条件。

1) 靶区主要由陈家坝和陈家坝南矿化异常区组

成, 主要出现中温和中低温矿化异常, 尤以 Cu—Pb—Zn—Ag 元素组合异常最为突出, 并集中于 NEE 与 NWW 向压扭性断裂交汇的锐角部位。

2) NEE—NEE 向含矿断裂发育, 有利于矿质沉淀富集成矿, 形成似层状、透镜状、雁列排布的矿体群, 围岩蚀变主要发育硅化、绢云母化和绿泥石化, 表明构造对成矿的控制作用。

3) 铜铅锌多金属矿(化)体赋存于含铜硅化白云岩、碳硅质板岩和含铜黄铁矿及角斑岩与白云岩的过渡带中, 表明喷流沉积作用明显, 为成矿奠定了物质基础。

5.2.2 秦家砭—红土石靶区

该靶区(图 1)对称出现在陈家坝靶区的西侧, 主要由秦家砭和红土石矿化(异常)区组成, 形成 NE 向的铜金多金属次级成矿带, 具有良好的成矿条件。

1) 该区断裂构造地球化学异常主要为铜金铅锌多金属矿化异常。在红土石地区, 矿液由北向南流动; 在秦家砭地区, 主要表现为由南西向东北方向运移。

2) 位于 NEE、NWW 向断裂交汇的锐角部位, NE—NEE 向含矿断裂发育, 形成雁列式排列的似层状、透镜状和脉状含铜金黄铁矿矿(化)体, 硅化和绢云母化等热液蚀变发育。

3) 含矿岩系是火山喷流沉积作用的产物, 为多金属矿床的形成奠定了物质基础。

综上所述, 陈家坝、秦家砭—红土石靶区是寻找火山喷流沉积—改造型铜金多金属矿床的有利靶

区。

6 结论

1) 断裂构造地球化学异常区反映了矿(化)体的原生晕, 是进行隐伏矿定位预测的重要依据。

2) 构造地球化学异常区明显受北东构造带成矿构造体系和火山喷流沉积岩及蛇纹岩化超基性岩的控制。

3) Ag—Bi—Cu—Mo—Pb—Zn 组合与 As—Mo—Sb 组合是陈家坝地区进行找矿预测的指示元素组合。

4) 陈家坝和秦家砭—红土石异常区是寻找铜金矿的重点靶区, 陈家坝、陈家坝南和秦家砭、红土石异常集中区是进行铜金多金属找矿预测的有利靶位。

[参考文献]

- [1] 韩润生, 金世昌, 刘从强, 等. 陕西勉略阳区铜厂矿田矿床(化)类型及其特征[J]. 地质与勘探, 2000, 36(4).
- [2] 刘肇昌, 李凡友, 钟康惠. 扬子地台西缘构造演化与成矿[M]. 北京: 电子科技大学出版社, 1996.
- [3] 王相, 唐荣扬, 李实, 等. 秦岭造山与金属成矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.
- [4] 汪东波. 南秦岭金银成矿带地球化学[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1991.
- [5] 孙家骢, 等. 云南广南木利层控锑矿床构造地球化学特征[C]. 见: 全国第三届构造地球化学学术讨论会论文集. 昆明: 云南科技出版社, 1994.
- [6] 韩润生, 朱大岗, 马德云, 等. 陕西铜厂矿田控矿断裂带显微构造特征[J]. 地质地球化学, 2000, 28(1): 28~32.

FAULT TECTONOGEOCHEMICAL FEATURES AND METALLOGENIC PROGNOSIS OF ORIENTATION IN CHENJIABA AREA, TONGCHANG OREFIELD, SHANXI

HAN Run-sheng, LIU Cong-qiang, MA De-yun, MA Geng-sheng, LIU wei, LI Yuan

Abstract: Chenjiaba area is an important copper-gold poly-metal metallogenic area in Tongchang orefield. On the basis of dividing structural system, collating and stipulating metallogenic structural system in Tongchang orefield, and fault tectonogeochemical features in Chenjiaba area have been deeply studied in this paper. It has been put forward that Chenjiaba southern Chenjiaba, Hongtushi and Qinjiabian anomalous areas of tectonogeochemistry are beneficial targets of poly-metal metallogenic prognosis.

Key words: tectonogeochemical features, metallogenic prognosis of orientation, Chenjiaba area, Tongchang orefield, Shanxi

第一作者简介:

韩润生(1964年—),男。1986年毕业于昆明工学院(现昆明理工大学)地质系矿产地质与勘查专业(本科),1999年在昆明理工大学获博士学位,副教授。现在中国科学院贵阳地球化学研究所博士后流动站工作。

通讯地址:贵阳市观水路73号 中国科学院贵阳地球化学研究所流体部 邮政编码:550002

